



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 06 876 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 16 L 9/19**  
F 16 L 55/00

②① Aktenzeichen: 199 06 876.3  
②② Anmeldetag: 18. 2. 99  
④③ Offenlegungstag: 2. 9. 99

DE 199 06 876 A 1

③⑩ Unionspriorität:  
98 02425 27. 02. 98 FR

⑦① Anmelder:  
L'Air Liquide, S.A. pour l'Etude et l'Exploitation des  
Procédés Georges Claude, Paris, FR

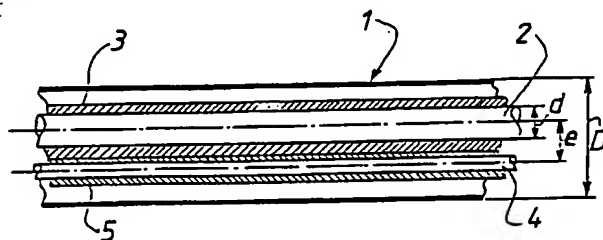
⑦④ Vertreter:  
Prietsch, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 80687 München

⑦② Erfinder:  
Pelloux-Gervais, Pierre, Seyssins, FR; Sengelin,  
Jean-Paul, Saint-Etienne-De-Cross, FR

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Transportleitung für ein kryogenes Fluid und deren Verwendung für Helium

⑤⑦ Eine Leitung zum Transport eines kryogenen Fluids, typisch Helium, umfaßt in einer äußeren Ummantelung (1) mindestens zwei thermisch isolierte Innenrohre (2; 4), die aus einer Metallegierung mit einem kleinen thermischen Ausdehnungskoeffizienten bestehen und jeweils über ihre gesamte Länge einen ungefähr konstanten Durchmesser aufweisen. Das äußere Gehäuse hat gegenüber dem Stand der Technik einen geringeren Durchmesser.



DE 199 06 876 A 1

Die Erfindung betrifft eine Transportleitung für kryogene Fluide, insbesondere solche mit sehr niedriger Temperatur, z. B. von weniger als 40 K, mit einer rohrförmigen äußeren Ummantelung und mindestens zwei etwa parallelen, mit einer Wärmedämmung versehenen Innenrohren zum Fluidtransport.

Bekannte Leitungen dieser Gattung haben Innenrohre und eine Ummantelung aus rostfreiem Stahl. Für die Innenrohre werden daher im allgemeinen benachbart angeordnete Dehnungskompensatoren benötigt, die den Raumbedarf des Systems erhöhen und dessen Herstellung erheblich erschweren. Die Dehnungskompensatoren erhöhen den Strömungswiderstand der Rohre, weswegen größere, schwerere und teurere Rohre verwendet werden müssen, um den Druckverlust nicht zu erhöhen. Außerdem erhöhen die Kompensatoren die Knickempfindlichkeit des Rohres.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen einfachen und robusten Aufbau von Transportleitungen für kryogene Fluide zu schaffen, der eine Verringerung des Querschnittes der Leitung sowie der Herstellungs- und Betriebskosten erlaubt.

Diese Aufgabe ist bei einer Leitung der einleitend genannten Gattung erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Innenrohre jeweils aus einem metallischen Material mit einem kleinen Wärmeausdehnungskoeffizienten besteht.

Bevorzugt ist das metallische Material eine Eisen/Nickel-Legierung wie Invar.

Die Kontraktion der Innenrohre bei Kälte ist deshalb sehr klein. Sie kann bis zu einem Zehntel der Kontraktion eines Rohrs aus rostfreiem Stahl betragen. Ein Dehnungskompensator ist dann nicht mehr erforderlich und das Innenrohr deshalb starrer. Zudem kann die meist gewickelte thermische Isolierung leichter angebracht werden. Ohne die Kompensatoren kann zudem jedes thermisch isolierte Innenrohr über seine gesamte Länge einen ungefähr konstanten Durchmesser aufweisen, wodurch die Innenrohre näher beieinander liegen können und die rohrförmige Ummantelung folglich einen beträchtlich geringeren Durchmesser aufweisen kann. Bei Ausführungsformen mit zwei Rohren kann der Durchmesser der rohrförmigen Ummantelung kleiner als 210 mm und bei Ausführungsformen mit vier Rohren kleiner als 590 mm sein.

Die Erfindung hat auch die Verwendung einer solchen Leitung zum Transport kryogener Fluide mit sehr tiefer Temperatur, insbesondere von Helium, zum Gegenstand.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung verdeutlicht die nachfolgende Beschreibung zweier Ausführungsbeispiele anhand der schematischen Zeichnung. Es zeigt

Fig. 1 einen Längsschnitt eines Teilstücks einer Leitung mit zwei Rohren; und

Fig. 2 einen schematischen Querschnitt eines Teilstücks einer Leitung mit vier Rohren.

In Fig. 1 ist eine Transportleitung für kryogene Fluide, z. B. für flüssiges Helium, dargestellt, die im wesentlichen aus einer rohrförmigen Ummantelung 1, einem mit einer thermischen Isolierung 3 versehenen Transportrohr 2 und einem weiteren Transport- oder Kühlrohr 4 besteht, das ebenfalls mit einer thermischen Isolierung 5 versehen ist. Die Rohre 2 und 4 sind in dem Gehäuse 1 mittels (nicht dargestellter) thermisch isolierter Zwischenstücke oder Abstandshalter gehalten. Das Innenvolumen der rohrförmigen Ummantelung 1 ist evakuiert.

In Fig. 2 ist eine Anordnung mit vier Innenrohren 2, 4, 6, 8 innerhalb der rohrförmigen Ummantelung 1 dargestellt. Die thermischen Isolierungen sind nicht dargestellt.

Nach einem Merkmal der Erfindung bestehen die Innen-

rohre 2, 4, 6, 8 aus einer Eisen/Nickel-Legierung mit einem kleinen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, z. B. aus einer Legierung aus 64% Eisen und 36% Nickel, die als Invar, insbesondere Invar M93, oder INCO-Alloy bekannt ist.

Dieser Aufbau ermöglicht eine beträchtliche Verringerung des Achsabstandes  $e$  der Rohre 2 und 4 und, damit korreliert, des Durchmessers  $D$  der rohrförmigen Ummantelung 1, die die zwei Rohre 2 und 4 umschließt.

Nach der Erfindung ist der Achsabstand zweier benachbarter Rohre kleiner als das 1,4-fache des Durchmessers  $d$  des größeren 2 der zwei Rohre und der Durchmesser  $D$  der rohrförmigen Ummantelung 1 kleiner als das 4,8-fache, typisch als das 2,1-fache des Durchmessers  $d$  des größten Rohres in der rohrförmigen Ummantelung. Bei der Leitung nach Fig. 2, die vier Innenrohre 2, 4, 6 und 8 aufweist, die insbesondere Heliumströme mit unterschiedlichen Temperaturen zwischen 1 und 20 K transportieren, sind die kleinen Rohre auf einer Seite des großen Rohrs 2 gruppiert, sind die Achsabstände benachbarter Rohre jeweils kleiner als der Durchmesser  $d$  des größten Innenrohres 2 und beträgt der Durchmesser  $D$  des rohrförmigen Gehäuses 1 das 2,1-fache des Durchmessers  $d$ .

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 mit zwei Innenrohren und einem Durchmesser des größeren Rohrs von etwa 54 mm kann der Durchmesser  $D$  der Leitung 204 mm betragen. Dies entspricht einer Gewichtseinsparung von mehr als 35% gegenüber einer herkömmlichen Leitung mit entsprechenden Innenrohren aus rostfreiem Stahl und einem Durchmesser  $D$  von mindestens 219 mm. Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 mit vier Innenrohren und einem Durchmesser  $d$  des größten Rohres von ungefähr 272 mm kann die Leitung nach der Erfindung einen Durchmesser  $D$  von 550 mm aufweisen. Dies entspricht einer Gewichtseinsparung von fast 20% gegenüber einer herkömmlichen Leitung mit einem Durchmesser  $D$  von mindestens 605 mm.

#### Patentansprüche

1. Leitung zum Transport kryogener Fluide, mit einer äußeren rohrförmigen Ummantelung (1) und mindestens zwei ungefähr parallelen inneren Transportrohren (2, 4, 6, 8), die jeweils mit einer thermischen Isolierung (3; 5) versehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die inneren Rohre (2; 4; 6; 8) jeweils aus einem metallischen Material mit einem kleinen thermischen Ausdehnungskoeffizienten bestehen.
2. Leitung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser jedes thermisch isolierten Innenrohres ungefähr konstant ist.
3. Leitung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Achsabstand ( $e$ ) zweier benachbarter Rohre kleiner als das 1,4-fache des Durchmessers ( $d$ ) des größten der Innenrohre ist.
4. Leitung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser ( $D$ ) der rohrförmigen Ummantelung (1) kleiner als das 4,8-fache des Durchmessers ( $d$ ) des größten der Innenrohre ist.
5. Leitung nach Anspruch 4, mit zwei inneren Rohren (2, 4), dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser ( $D$ ) der rohrförmigen Ummantelung (1) kleiner als 210 mm ist.
6. Leitung nach Anspruch 4, mit vier Innenrohren (2, 4, 6, 8), dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser ( $D$ ) der rohrförmigen Ummantelung (1) kleiner als 590 mm ist.
7. Leitung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, mit vier Innenrohren (2, 4, 6, 8), dadurch gekennzeichnet, daß der Achsabstand zweier benachbarter Innenrohre klei-

ner als der Durchmesser (d) des größten der Innenrohre ist.

8. Leitung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenrohre (2, 4) aus einer Fe/Ni-Legierung bestehen.

5

9. Leitung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenrohre (2; 4) aus Invar bestehen.

10. Verwendung einer Leitung nach einem der vorstehenden Ansprüche zum Transport flüssigen Heliums.

10

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

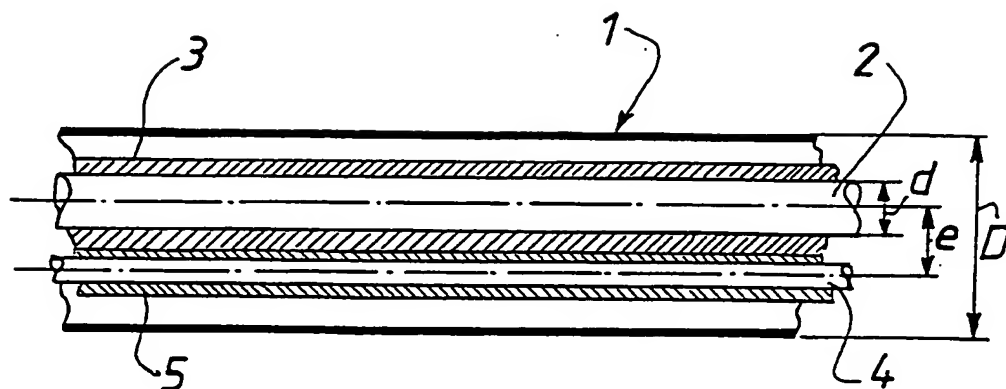


FIG. 1

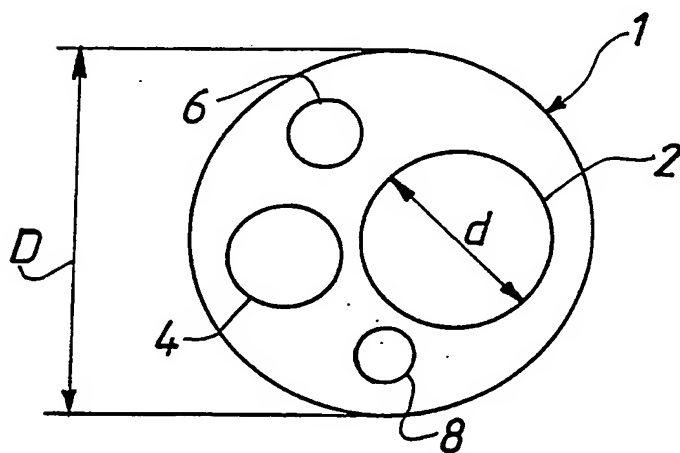


FIG. 2